Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. K. Walcher

Über die Verwendbarkeit chemischer Nachweismethoden bei Kohlenoxydblut

Inaugural-Dissertation
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur Erlangung
der zahnärztlichen Doktorwürde

vorgelegt von

Horstmar Haver
aus Altenburg, Thür.

1938

Pierersche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co., Altenburg, Thür.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Referent:

Professor Dr. K. Walcher

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit
gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549803_0067

Mit der Zunahme der Industrie, hauptsächlich der chemischen Industrie, der Leuchtgasfabriken, der Hochöfen, mit Aufkommen der Eisenbahnen, der Kraftwagen und Krafträder war eine erhebliche Zunahme der Vergiftungen mit Kohlenoxyd, sei es durch Unfall, Mord oder Selbstmord, festzustellen. Für den Leichenbeschauer ergab sich oft die Frage: Liegt hier eine Kohlenoxydvergiftung vor oder nicht? Und so bildete sich allmählich eine große Anzahl von Nachweismethoden über Kohlenoxyd im Blut heraus. Die einen Methoden arbeiteten mit chemischen Reagenzien, während die anderen auf spektroskopischem Wege vorgingen. Für den Praktiker draußen werden sich wohl am besten die chemischen Nachweismethoden eignen, denn es stehen ihm meistens nicht die notwendigen Apparate zur spektroskopischen Untersuchung zur Verfügung.

Professor Dr. Walcher veranlaßte mich deshalb, die große Anzahl der angegebenen chemischen Methoden auf ihre Empfindlichkeit hin zu untersuchen, die Empfindlichkeit, wie weit sie vor allem auch in größeren Verdünnungen festzustellen ist und schließlich an faulendem Blut einmal die Brauchbarkeit der Methoden nachzuprüfen.

In meinen Versuchen ging ich in der Art vor, daß ich mich genauestens an die Vorschriften der einzelnen Autoren hielt und ihre Modifikation ebenso nachprüfte. Um auch vor allem die Empfindlichkeit der einzelnen Methoden in Verdünnungen zu untersuchen, arbeitete ich in der Weise, daß ich Kohlenoxydblut mit kohlenoxydfreiem Blut in der geometrischen Reihe verdünnte und dann, wenn die Probe bei höheren Verdünnungsgraden mir sehr wenig deutlich erschien, die nächstfolgende Verdünnung nahm. Als Untersuchungsmaterial benutzte ich Tierblut vom Würzburger Schlachthof, da während meiner Arbeit nur ein Fall einer Kohlenoxydvergiftung zur Verfügung stand.

Ich stellte mir von dem zu untersuchenden Blut eine mit Kohlenoxyd gesättigte Lösung her, indem ich durch das Blut 10 Minuten lang Leuchtgas strömen ließ. Um ferner noch die Haltbarkeit der

einzelnen Methoden für ein paar Tage zu untersuchen, ließ ich die beiden Proben drei Tage stehen und untersuchte dann täglich, ob sich irgendwelche Veränderungen zeigten.

Das Leichenblut eines durch Leuchtgasvergiftung Gestorbenen ließ ich vier Wochen stehen, um es dann in faulem Zustande zu untersuchen. Als Vergleichsblut wurde hier wieder Tierblut benutzt.

Der Übersicht halber sollen an dieser Stelle die Angaben der einzelnen Autoren herangezogen werden:

Hoppe-Seyler untersuchte das Blut mit Ätznatronlauge. Er versetzte defibriniertes Blut mit dem einfachen oder doppelten Volumen einer Ätznatronlauge von 1,3 spez. Gewicht, schüttelte um, und erhielt eine schwarze schleimige Masse, die, in dünnen Schichten auf Porzellan gebracht, grünbraun erscheint. Kohlenoxydblut dagegen mit demselben Volumen Ätznatronlauge versetzt und umgeschüttelt, ergibt nach seinen Angaben eine fast geronnene Masse von roter Farbe, die in dünnen Schichten auf Porzellan mennige bis zinnoberrot erscheint. Bei längerem Stehen sollen beide Proben nachdunkeln, ohne daß der Unterschied verschwindet.

Katayama, ein anderer Forscher, arbeitet mit orangefarbenem Schwefelammonium und versteht darunter ein sehr polysulfidhaltiges Schwefelammonium, das durch Zusatz von 2,5 g gepulvertem reinem Schwefel zu 100 g frischem farblosem Schwefelammonium oder 2 g Schwefel zu 100 g gelbem Schwefelammonium dargestellt wird oder das durch längeres Stehen von gewöhnlichem Schwefelammonium ohne Schwefelzusatz entsteht. Die ferner zur Reaktion benötigte Essigsäure ist verdünnt zu 30%.

I. Katayama geht so vor, daß er 1 ccm des Blutes mit 50 ccm destilliertem Wasser verdünnt, dann gießt er 10 ccm dieser Lösung in ein Reagenzglas und setzt 0,2 ccm orangefarbenes Schwefelammonium hinzu. Ferner kommen noch 0,2—0,3 ccm verdünnte Essigsäure hinzu, bis die Lösung schwachsauer reagiert. Das Ganze mischt er, indem er das mit dem Daumen zugehaltene Reagenzglas 1—2mal leicht umkehrt. Das Ergebnis zeigt bei Kohlenoxydblut eine schöne rosarote Färbung unter Flöckchenbildung, während das Normalblut grüngrau oder rötlich-graugrün wird. Nach 24 Stunden fallen die Flocken zu Boden je nach Beschaffenheit des Blutes. Die darüberstehende Flüssigkeit ist bei Kohlenoxydblut rot, während

sie bei normalem Blut schmutziggrün erscheint. Katayama gibt noch drei Punkte an, die nicht versäumt werden dürfen, um ein Gelingen der Probe herbeizuführen:

I. Das zu untersuchende Blut soll vor der Probe umgerührt werden, um die Blutkörperchen gleichmäßig zu verteilen.
II. Es darf nur bis zu schwachsaurer Reaktion Essigsäure hinzugegeben werden.
III. Das Reagens soll nicht zu heftig und lange geschüttelt werden.

Katayama führte noch zwei Modifikationen an.

II. Er fügte zu 1—2 ccm defibriniertem Blut das gleiche Volumen orangefarbenes Schwefelammonium, dann ebensoviel verdünnte Essigsäure, aber tropfenweise, da sonst durch sehr heftige Gasentwicklung der größte Teil der Flüssigkeit aus dem Reagenzglas geschleudert wird. Kohlenoxydblut zeigt nach seinen Angaben einen schönen hellroten Schaum und einen zinnober- bis rosaroten Niederschlag, während bei normalem Blut der Schaum grünbraun bis rötlich erscheint mit unverändertem Niederschlag.

III. Gleiche Teile orangefarbenes Schwefelammonium und verdünnte Essigsäure gießt man in ein Porzellanschälchen, unter Brausen entsteht eine milchige Flüssigkeit. Ein Tropfen kohlenoxydhaltiges Blut läßt ein hellrotes Figürchen erscheinen durch Verteilung des Blutes in der Flüssigkeit.

Rubner gibt eine Nachweismethode an, indem er in den Reagenzröhrchen dem Normal- bzw. Kohlenoxydblut das vier- bis fünffache Volumen an Bleiessig zusetzt, um dann etwa eine Minute kräftig durchzuschütteln. CO-Blut bleibt nach seinen Angaben rot, während normales Blut bräunlich wird. Nach einiger Zeit wird das normale Blut schokoladefarben und braungrau. Selbst nach drei Wochen soll bei nicht verschlossenem Reagenzröhrchen noch ein Unterschied zu bemerken sein. Rubner will ferner bei Verdünnung 1 : 8 noch einen, wenn auch geringen Unterschied gemerkt haben.

Horoszkiewicz und Marx prüften das Verhalten von Chininblut gegenüber anderen Stoffen und fanden dabei, daß es gegenüber dem Kohlenoxydblut ein eigenes Verhalten zeigt. Das Kohlenoxydblut wurde mit einer 8%igen Chininum-Hydrochloricum-Lösung im Verhältnis von 2 : 4 (2 ccm Blut auf 4 ccm Chininlösung) ge-

mischt. Dann wurde über dem Bunsenbrenner langsam erhitzt bis zum einmaligen Aufkochen. Nach Abkühlung setzt man 2—3 Tropfen ganz frischen Schwefelammonium zu, um dann sofort kräftig umzuschütteln. CO-Blut ergab einen leuchtend roten karminartigen Ton, Normalblut wurde schmutzig-braungrün. Kräftiges Schütteln führt eine innige Verbindung herbei. Die Probe soll unverkennbar und noch nach Wochen zu demonstrieren sein.

Auch Liebmann untersuchte mit einer von ihm gefundenen Methode Kohlenoxydblut. Er versetzte 10 ccm des fraglichen Blutes mit der gleichen Menge 40%igen Formalins und schüttelte kräftig um. Dasselbe führte er mit Normalblut durch. Bei beiden Proben trat zuerst eine auffallend hellrote Farbe auf, die in kürzester Zeit in ein dunkleres Rot bei der kohlenoxydhaltigen Probe und in ein Schmutzigbraun bei dem Normalblut unter gleichzeitiger Koagulation umschlug. Bis zur richtigen Einstellung auf den Farbton sind etwa fünf Minuten erforderlich.

Salkowski veröffentlichte dann noch eine Probe. Er füllte ein Reagenzglas etwa zu einem Drittel mit Schwefelwasserstoffwasser, tropfte 2—3 Tropfen Normalblut ein, schüttelte einige Male um, und erhielt nach einigen Minuten eine schmutzig-grüne Verfärbung durch Bildung von Schwefelmethämoglobin. Derselbe Versuch mit Kohlenoxydblut durchgeführt, wobei nicht zu lange geschüttelt werden soll, führt nicht eine merkliche Änderung des Farbtons herbei. In beiden Fällen soll ein flockiger Niederschlag entstehen. Wenn man die Röhre zuschmilzt, können sich die Proben monatelang halten. Besonders deutlich soll die Differenz der Proben am Schaum sein.

Ein dänischer Autor, Knud Sand, nahm eine Jodjodkaliumlösung (Jod 1, Jodkaliumlösung 2, Aqu. dest. 300), welche Oxyhämoglobin leicht und vollständig in Methämoglobin überführt, unter Verhältnissen, wo das Kohlenoxydhämoglobin nicht angegriffen wird. Das verdächtige Blut soll mit soviel Wasser verdünnt werden, daß eine 2—3%ige Blutlösung entsteht. Ein Normalblut wird ebenso verdünnt. Von jeder Blutlösung werden je 10 ccm genommen und mit soviel (gewöhnlich 10—15 Tropfen) Jodlösung versetzt, daß das Normalblut von Methämoglobin braun wird, während das Kohlenoxydblut eine rötliche Farbe annahm. Der Unterschied ist besonders nach der Filtration der Blutproben deutlich. Die Proben sollen etwa bei 20° ausgeführt werden.

Landois wies das Kohlenoxydblut mit einer Methode nach, indem er 3 ccm Kohlenoxydblut mit 100 ccm destilliertem Wasser mischte. Eine gleiche Lösung wird von normalem Blute hergestellt. — Einige Tropfen verdünnte Kalilauge werden hinzugefügt, anschließend wenige Tropfen wässeriger Pyrogallollösung. Die Proben werden einmal umgeschüttelt, um dann die Gefäße bis zum Rand zu füllen und vor Luftzutritt geschützt hinzustellen. Das Normalblut, in der die Pyrogallussäure den Sauerstoff sehr lebhaft an sich reißt, soll mißfarbig braun werden, während das Kohlenoxydblut eine rote Farbe behält. Will man die roten Blutkörperchen erhalten, so schlägt Landois vor, statt destilliertem Wasser eine konzentrierte Natriumsulfatlösung zu benützen.

Eine große Anzahl von Nachweismethoden gab Kunkel an. Er geht in der Art vor, daß er von dem zu untersuchenden Blut und einem Normalblut wässerige Verdünnungen, etwa 1 : 10 herstellt und die Färbung der Niederschläge vergleicht. Im allgemeinen sollen die Präzipitate bei Kohlenoxydblut sofort oder nach einiger Zeit blaurot sein, während die von Normalblut einen braunen Farbton annehmen. Die Reagenzien bei Normalblut sollen braunschwarz bis gelb sein, während das Kohlenoxydblut im allgemeinen einen weißblauen Ton aufweist. Kunkel teilt seine Proben in zwei Arten:

I. Solche, die im Augenblick deutlich, bald aber durch gleichartige Verfärbung der Niederschläge verschwinden.

II. Andere, die sich langsam (oft erst in einigen Stunden) deutlich ausbilden, dann aber auch Tage und Wochen lang zu erkennen sind.

„1a. Erwärmen in siedendem Wasser: Die differente Färbung der Koagula ist deutlich, aber sehr vergänglich (kaum brauchbar).

1b. Zusetzen von Salpetersäure: Die Reaktion ist im Moment der Ausführung ganz deutlich, aber auch äußerst vergänglich (wie 1a).

1c. Ferrozyankalium und Essigsäure: Einem zur Hälfte gefüllten Probierröhrchen setzt man etwa 10—12 Tropfen Ferrozyankaliumlösung (von 1—2%) und dann einige Tropfen mittelstarker Essigsäure zu (bis zu deutlichem Niederschlag). Die Probe ist brauchbar, aber nicht lange haltbar.

1d. Schwefelsaures Natron und Essigsäure (auch starke Lösung anderer Mittelsalze verhalten sich gleich). Gleiches Volumen Salz-

lösung und halbes Volumen Essigsäure. (Probe weniger gut und vergänglicher als 1c.)

1e. Alaun und Ammoniak: Zuerst Zusatz von gesättigter Alaunlösung, dann Ammoniakflüssigkeit: Weniger gut als 1c und 1d.

2a. Tannin, etwa 3%ige wässerige Lösung: Zusatz bis zu deutlich auftretender Fällung: Überschuß ist unschädlich. Reaktion erscheint sofort, wird durch Stehen (5—6 Stunden) deutlicher und ist nach Wochen von gleicher Bestimmtheit (beste Probe).

2b. Phosphormolybdänsäure: Lösung, wie sie als allgemeines Alkaloidreagens benutzt wird. Der Unterschied ist nicht so dauerhaft wie 2a.

2c und 2d. Zinkchlorid und Sublimat: Etwa 1—2%ige Lösungen. Die Reaktionen dauern durch viele Tage.

2e. Platinchlorid (etwa 1 : 60) gleiches Volumen der Lösung, brauchbar, aber rasch vergänglich."

Bei meinen Nachprüfungen der einzelnen Autoren fand ich folgende Ergebnisse:

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede		Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
				CO	N				
Schwein	1 : 2	17. 6.	Hoppe-Seyler	rotbraun	schwarzrot	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Schwein	1 : 4	17. 6.	Hoppe-Seyler	schwarzrot	im Ganzen dunkler schwarzrot	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Schwein	1 : 8	17. 6.	Hoppe-Seyler	schwarzrot	im Ganzen dunkler schwarzrot	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Schwein	1 : 2	18. 6.	Katayama (I)	Flockenbildung rosahellgrün	graugrün dunkler	sehr deutlich	undeutlich	undeutlich	kaum mehr
Schwein	1 : 4	18. 6.	Katayama (I)	rosahellgrün Flockenbildung	rotgrau	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	deutlich
Schwein	1 : 8	18. 6.	Katayama (I)	rosagrau Flockenbildung	im Ganzen dunkler	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Schwein	1 : 9	18. 6.	Katayama (I)	rosagrau Flockenbildung kaum noch	im Ganzen dunkler	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede		Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
				CO	N				
Schwein	1 : 2	18. 6.	Katayama (II)	roter Schaum rotbraun	schmutzig-roter Schaum dunkelrot	im Moment sehr deutlich	kaum noch	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Schwein	1 : 4	18. 6.	Katayama (II)	rosa Schaum	schmutziger Schaum dunkelrot	im Moment sehr deutlich	deutlich	deutlich	deutlich
Schwein	1 : 8	18. 6.	Katayama (II)	roter Schaum	roter Schaum dunkelrot	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Schwein	1 : 2	18. 6.	Katayama (III)	rosa-hellgrün	rosa-dunkelgrün	sehr deutlich	deutlich	deutlich	deutlich
Schwein	1 : 4	18. 6.	Katayama (III)	rosa-hellgrün	rosa-dunkelgrün im Ganzen dunkler	deutlich	deutlich	gering	gering
Schwein	1 : 8	18. 6.	Katayama (III)	graurot dunkelgrün	graugrün	deutlich	gering	gering	gering
Schwein	1 : 10	18. 6.	Katayama (III)	graugrün	graugrün etwas dunkler	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 2	19. 6.	Rubner	leuchtend rot	leuchtend rot	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 4	19. 6.	Rubner	leuchtend rot	leuchtend rot	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede CO	Farbunterschiede N	Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
Kalb	1 : 2	24. 6.	Horoszkiewicz und Marx	starke Schaumbildung schmutzig-rotbraun	schmutzig-grünbraun	sehr deutlich	unverändert	unverändert	unverändert
Kalb	1 : 4	24. 6.	Horoszkiewicz und Marx	starke Schaumbildung rot-violett-braun	schmutzig-graugrün	sehr deutlich	unverändert	unverändert	unverändert
Kalb	1 : 8	24. 6.	Horoszkiewicz und Marx	starke Schaumbildung schmutzig-rotbraun-violett	schmutzig-braungrau	deutlich	unverändert	unverändert	unverändert
Kalb	1 : 10	24. 6.	Horoszkiewicz und Marx	starke Schaumbildung braungrau	schwarzgrau	sehr deutlich	unverändert	unverändert	unverändert
Kalb	1 : 12	24. 6.	Horoszkiewicz und Marx	starke Schaumbildung		ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 2	24. 6.	Liebmann	braunrot	braun	sehr deutlich	deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 4	24. 6.	Liebmann	rot-braun	braun	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 8	24. 6.	Liebmann	braun	braun, etwas heller	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 10	24. 6.	Liebmann	braun	braun	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede		Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
				CO	N				
Kalb	1 : 2	25. 6.	Salkowski	schmutzig-rot	schmutzig-grünrot	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 4	25. 6.	Salkowski	schmutzig-rot	schmutzig-grün	sehr deutlich	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 8	25. 6.	Salkowski	blaßrot	schmutzig-graugrün	deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 10	25. 6.	Salkowski	rotgrün	rotgrün	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Rind	1 : 2	25. 6.	Knud Sand	dunkel-braunrot	hellbraun	sehr deutlich	un-verändert	un-verändert	un-verändert
Rind	1 : 4	25. 6.	Knud Sand	dunkel-braunrot	hellbraun im ganzen heller	deutlich	un-verändert	un-verändert	un-verändert
Rind	1 : 8	25. 6.	Knud Sand	rotbraun	hellbraun	deutlich	un-verändert	un-verändert	un-verändert
Rind	1 : 10	25. 6.	Knud Sand	braun	braun etwas heller	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Rind	1 : 12	25. 6.	Knud Sand	braun	braun	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 2	29. 6.	Landois	rot	braunrot	deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 4	29. 6.	Landois	braunrot	braunrot	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede CO	Farbunterschiede N	Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
Kalb	1 : 2	29. 6.	Kunkel (1a)	kakaobraun	graubraun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
Kalb	1 : 4	29. 6.	Kunkel (1a)	rötlich-braun	graubraun	deutlich	sehr deutlich	deutlich	deutlich
Kalb	1 : 8	29. 6.	Kunkel (1a)	graubraun	graubraun	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 2	29. 6.	Kunkel (1b)	unter Flockenbildung schwarz-braun	hellbraun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
Kalb	1 : 4	29. 6.	Kunkel (1b)	unter Flockenbildung hellbraun	hellbraun	nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 2	30. 6.	Kunkel (1c)	rotbraun	braun	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
				Flockenbildung					
Kalb	1 : 4	30. 6.	Kunkel (1c)	schokolade-braun	braun	deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
				Flockenbildung					
Kalb	1 : 8	30. 6.	Kunkel (1c)	schokoladebraun Flockenbildung	etwas heller	sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Kalb	1 : 9	30. 6.	Kunkel (1c)	schokoladebraun		nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede CO	Farbunterschiede N	Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
Kalb	1 : 2	30. 6.	Kunkel (1d)	rotbraun	braun	deutlich	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Kalb	1 : 4	30. 6.	Kunkel (1d)	rotbraun	braun	deutlich	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Kalb	1 : 8	30. 6.	Kunkel (1d)	im ganzen heller braun	braun	nicht mehr	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Rind	1 : 2	30. 6.	Kunkel (1e)	nur am Schaum unterſchiedlich rotbraun	braun	deutlich	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Rind	1 : 4	30. 6.	Kunkel (1e)	rotbraun	rotbraun	nicht mehr	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Rind	1 : 2	30. 6.	Kunkel (2a)	roſarot	ſchmutzig-braun	ſehr deutlich	ſehr deutlich	ſehr deutlich	ſehr deutlich
Rind	1 : 4	30. 6.	Kunkel (2a)	ſchmutzig-roſa	ſchmutzig roſa	nicht mehr	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Rind	1 : 2	1. 7.	Kunkel (2b)	gelbgrau	gelbgrau	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.
Rind	1 : 4	1. 7.	Kunkel (2b)	braungrau	braungrau	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.	ohne Unterſch.

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede CO	Farbunterschiede N	Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
Rind	1 : 2	1. 7.	Kunkel (2c)	leuchtendrot	leuchtendrot	ohne Unterscheidung	deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
Rind	1 : 4	1. 7.	Kunkel (2c)	rot	rot	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	sehr gering	sehr gering
Rind	1 : 2	1. 7.	Kunkel (2d)	schmutzigrot	braun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
Rind	1 : 4	1. 7.	Kunkel (2d)	schmutzigrot	rotbraun	deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
Rind	1 : 8	1. 7.	Kunkel (2d)	schmutzigrot	schmutzigrotbraun	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
Rind	1 : 2	1. 7.	Kunkel (2e)	braunrot	dunkelbraun Schaum besonders unterschiedlich	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Rind	1 : 4	1. 7.	Kunkel (2e)	rötlich-braun nur am Schaum unterschiedlich		sehr gering	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
Rind	1 : 8	1. 7.	Kunkel (2e)	braun-schwarz		nicht mehr	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Um nachzuprüfen, wie die einzelnen Proben sich an altem, faulem Blut bewähren, wurde 4 Wochen altes Leichenblut untersucht und ich fand folgende Ergebnisse:

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede CO	Farbunterschiede N	Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
4 Wochen altes Leichenblut (CO-Vergiftung	1 : 1	2. 7.	Hoppe-Seyler	leuchtendrot	schwarzrot	sehr deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
„	1 : 1	2. 7.	Katayama (I)	Flockenbildung rosarot	schmutziggrün am Schaum besonders sichtbar	sehr deutlich	sehr deutlich	deutlich	deutlich
„	1 : 1	2. 7.	Katayama (II)	violettrot	karminrot Schaum besonders deutlich	sehr deutlich	deutlich	deutlich	deutlich
„	1 : 1	2. 7.	Katayama (III)	schmutziggrün	rosagrün	sehr deutlich	sehr gering	sehr gering	sehr gering
„	1 : 1	2. 7.	Horoszkiewicz und Marx	leuchtendrot	schmutzigbraunrot am Schaum besonders deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	2. 7.	Liebmann	karminrot	kakaobraun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	2. 7.	Salkowski	lachsrot	leuchtendrot	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede CO	Farbunterschiede N	Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
4 Wochen altes Leichenblut (CO-Vergiftung)	1 : 1	2. 7.	Sand Knud	rosarot	braun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	2. 7.	Landois	leuchtendrot	lachsrot	deutlich	deutlich	deutlich	deutlich
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (1a)	karminrot	graubraun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (1b)	Flockenbildung braun	dunkelbraun	deutlich	ohne Untersch.	ohne Untersch.	ohne Untersch.
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (1c)	Flockenbildung leuchtendrot	schmutzigbraun Schaum besonders deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (1d)	schmutzigrot	schmutzigbraun	sehr deutlich	sehr gering	sehr gering	sehr gering
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (1e)	dunkelrot	dunkelrot	deutlich	ohne Untersch.	ohne Untersch.	ohne Untersch.

Art des Blutes	Verhältnis v. CO und Normalblut	Datum	Autor	Farbunterschiede		Unterscheidung	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 3 Tagen
				CO	N				
4 Wochen altes Leichenblut (CO-Vergiftung)	1 : 1	5. 7.	Kunkel (2a)	hellrosa	dunkelrosa	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (2b)	graubraun	graubraun, im Ganzen dunkler	deutlich	deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (2c)	dunkelrot	rosarot	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (2d)	karminrot	rotbraun	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich	sehr deutlich
„	1 : 1	5. 7.	Kunkel (2e)	graubraun	graubraun	wenig deutlich	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung	ohne Unterscheidung

Zusammenfassung

Die Nachprüfung ergab also, daß im wesentlichen die von den Autoren gemachten Angaben stimmen. Hoppe-Seyler schreibt, daß seine Proben längere Zeit sichtbar sind. Ich fand dagegen, daß am folgenden Tage beide Proben in allen Verdünnungen ohne Unterschied waren. Gut ließen sich die von Katayama angegebenen Versuche durchführen. Sie sind einfach ausführbar, gut sichtbar und in der Verdünnung kann man bis ungefähr 1 : 8 gehen. Dagegen ließ sich Kohlenoxyd durch die von Rubner angegebene Methode nur in einer Verdünnung von 1 : 2, und dort auch nur in sehr geringem Umfang nachweisen. Ebenfalls bestätigten sich nicht seine Angaben betreffs der Farbe. Die Proben behielten eine rote Farbe bei. Ausgezeichnete Ergebnisse aber fand ich bei der Methode von Horoszkiewicz-Marx. In einer Verdünnung von 1 : 11 ließ sich noch Kohlenoxyd nachweisen. Sie hat den Vorzug, gut und sichtbar zu reagieren und vor allem auch noch nach Tagen sehr gut sichtbar zu sein. Eine weitere Probe von Liebmann ist ebenfalls gut, aber sie reagiert erst nach 4 Minuten. Die von Liebmann angegebene Haltbarkeit konnte ich nicht feststellen. Salkowskis Nachweismethode konnte nur dann ausgeführt werden, wenn man die Flüssigkeit auf kleinen Porzellanschälchen eindickte. Auf diese Weise erreichte ich einen Nachweis bis zu einer Verdünnung 1 : 10. Ein sehr günstiges Ergebnis erzielte die Probe von Knud Sand. Der Unterschied trat gut hervor und ließ sich in einer Verdünnung von 1 : 8 noch nachweisen. Dagegen versagte die von Landois angegebene Methode. Ich erreichte einen einigermaßen deutlichen Unterschied erst nach Zusatz einer größeren Menge von Kalilauge und Pyrogallussäure (ungefähr je 3—4 ccm), aber selbst bei der Verdünnung 1 : 2 ließ sich kein Unterschied mehr sehen. Dagegen fand ich in Kunkels Methoden sehr gute, einfach durchzuführende Proben. Die mit 1a bezeichnete Probe fand ich im Gegensatz zu Kunkel sehr gut. Er

schreibt, daß sie sehr vergänglich sei. Ich konnte in meinen Versuchen noch nach drei Tagen sehr deutliche Unterschiede finden. Eben dasselbe fand ich bei der Probe 1b. Eine weitere Probe 1c ist im Augenblick sehr deutlich, aber rasch vergänglich. Die Probe 1d konnte ich nach meinen Versuchen als befriedigend bezeichnen. Am Schaum lediglich war gut zu unterscheiden die Probe 1e. Sehr haltbar und sehr gut sichtbar in kleiner Verdünnung ist die Probe 2a, die lediglich den Nachteil hat, sich ungefähr nach 30 Minuten erst zu entwickeln. Mangelhafte Resultate zeigten dagegen die Proben 2b. Sie gelangen mir nur im Verhältnis 1 : 1. Zwei weitere Proben 2c, 2d, konnte ich mit befriedigendem Ergebnis untersuchen. Nur hatten sie den Nachteil, sich ebenfalls erst nach 1—2 Tagen völlig zu entwickeln. Die letzte Probe 2e aber versagt leider schon am nächsten Tag, so daß sie nicht als besonders brauchbar angesehen werden kann.

Über die Frage, wie sich die einzelnen Proben bei faulendem Blut verhalten, war von keinem der Autoren berichtet worden. Ich untersuchte alle Proben und erhielt gute Resultate. Hoppe-Seylers Probe bewährte sich sehr gut, nur war sie sehr vergänglich. Ebenso reagierte Katayamas Reagens sehr deutlich. Sogar Rubners Probe bewährte sich im Verhältnis 1 : 1 bei faulem Blut sehr gut. Ebenso gut fiel die Reaktion mit der Probe von Horoszkiewicz-Marx aus. Ihr zur Seite kann Liebmanns Probe gestellt werden. Genau sprechen die Blutproben auf Salkowskis Methode an. In gleicher Weise reagierte Knud Sanders Probe sehr deutlich und zeigt sich noch nach Tagen unverändert unterschiedlich. Nur Landois Reagens war wiederum im Gegensatz zu allen anderen weniger deutlich. Fast sämtliche Kunkelsche Proben, mit Ausnahme von Probe 1b und Probe 1e, die weniger deutlich und vor allem sehr vergänglich waren, zeigten kräftige Farbunterschiede. Ebensolche Resultate lieferten die Kunkelschen Proben, von denen er selbst angibt, daß sie erst nach Stunden reagieren, mit Ausnahme von Probe 2b und Probe 2e. Nur diese beiden sind wenig deutlich und auch rasch vergänglich.

Schrifttum

Hoppe-Seyler: Virchows Archiv f. path. Anatomie. Bd. 13, S. 104.
Horoszkiewicz-Marx: Berl. Klin. Wochenschr. 1906, S. 1156.
Katayama: Virchows Archiv f. path. Anatomie. Bd. 114, S. 53.
Katz: Wiener Klin. Wochenschr. 1918, S. 526.
Kunkel: Sitzungsberichte d. Physikal.-Med. Ges. Würzburg, 1888, S. 86.
Landois: Dt. Medizinalzeitung, 1893, S. 526.
Lewin: Kohlenoxydvergiftung. 1920.
Rubner: Archiv f. Hygiene. Bd. 10, S. 397.
Salkowski: Dt. Medizinalzeitung. 1883, S. 316.
Sand, Knud: Jahresbericht f. Tierchemie, 1914/44, S. 113.

Lebenslauf

Am 26. Juli 1913 wurde ich, Horstmar Haver, als Sohn des Zahnarztes Fritz Haver und seiner Ehefrau Lucie, geb. Knopp, zu Altenburg (Thüringen) geboren. 1920 trat ich in die Volksschule ein, um im Frühjahr 1924 die Sexta des Humanistischen Friedrichs-Gymnasiums zu Altenburg zu beziehen. Nach der Reifeprüfung im Frühjahr 1933 wandte ich mich in Würzburg dem Studium der Zahnheilkunde zu. Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich im Frühjahr 1935, um dann ein halbes Jahr in den Arbeitsdienst zu gehen. Im Winter 1935 nahm ich mein Studium wieder auf und bestand im Frühjahr 1937 in Würzburg das zahnärztliche Staatsexamen.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer dem angegebenen Schrifttum keine anderen Hilfsmittel benutzt zu haben.

Besonders herzlich möchte ich Herrn Professor Dr. Walcher für die Anregung zu dieser Arbeit danken und ebenso für sein großes Interesse, das er mir jederzeit entgegenbrachte.

Ebenfalls danke ich Herrn Dr. med. Huber für seine Ratschläge und seine Hinweise bei meiner Arbeit.

Gleichfalls freue ich mich, auch Herrn Dr. Brand für seine bereitwillige Unterstützung meinen besten Dank abstatten zu können.